

# PREPARAÇÃO DO SISTEMA DE SAÚDE PARA RESPONDER A UM ATAQUE COM ARMAS QUÍMICAS: LIÇÕES APRENDIDAS NO ATAQUE A CIDADE DE TÓQUIO

Recebido em 20/09/2015

Aceito para publicação em 23/09/2015

CT (S) Fabio Triachini Codagnone <sup>1</sup>  
1ºTen (RM2-S) Liliane Cristine Martins Santos <sup>2</sup>  
Geisa Siqueira Sartori Lucho <sup>3</sup>

## RESUMO

As armas químicas, no seu conceito clássico, são quaisquer substâncias químicas utilizadas em operações militares para matar, ferir ou incapacitar indivíduos em decorrência de seus efeitos tóxicos. Na história recente esse tipo de arma passou a ser utilizada também por organizações paramilitares, seitas religiosas e governos ditatoriais contra populações civis. Dentro desse contexto, torna-se imperativo que as medidas adotadas frente a possíveis ataques com armas químicas sejam amplamente divulgadas, seja no meio militar ou civil. O presente artigo é uma revisão não sistemática sobre as principais lições aprendidas e o conhecimento gerado após os ataques com agentes neurotóxicos no Japão, principalmente a resposta do sistema de saúde hospitalar frente a eventos dessa magnitude.

**Palavras Chaves:** *Substâncias para a Guerra Química; Toxicologia; Serviços Médicos de Emergência; Terrorismo Químico; Sarina; Atropina.*

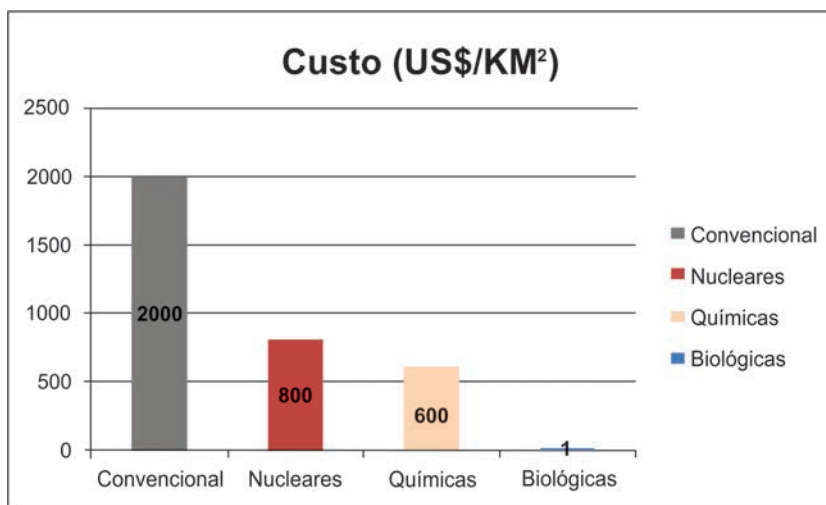
## INTRODUÇÃO

As Armas Químicas pertencem à classe de armas de destruição em massa. Seu desenvolvimento e produção estão proibidos conforme convenção internacional – Convenção de Proibição de Armas Químicas – ao qual o Brasil é signatário desde o momento de sua assinatura em 1993, na cidade de Paris. A despeito dos esforços de diferentes nações na redução dos estoques desse tipo de arma, até o presente momento, diversos países ainda não aderiram a essa convenção.<sup>1-3</sup>

Estima-se que os custos de uma operação em larga escala com armas convencionais contra uma população civil aproximam-se de US\$ 2.000,00 por km<sup>2</sup>, enquanto com armas nucleares o custo é de US\$ 800,00; para armas químicas, US\$ 600,00 e biológicas US\$ 1,00 (Gráfico 1). Os custos reduzidos na produção e emprego tanto das armas químicas, quanto das biológicas faz com que sejam denominadas de “bomba atômica dos pobres”.<sup>2</sup> Isto faz com que a defesa a esses agentes deixe de ser uma preocupação somente do âmbito militar, mas passe também para o meio civil.

Os chamados agentes neurotóxicos são o grupo mais importante de armas químicas. Apresentam alta toxicidade, ação rápida e diferentes “rotas” de administração, incluindo-se a via inalatória e a percutânea (pele). São subdivididos em dois grandes grupos: G e V de acordo com suas características de persistência no ambiente.<sup>4-10</sup>

Todos agem através da inibição da enzima acetilcolinesterase, a qual degrada o neurotransmissor acetilcolina, por conseguinte aumentam o tempo de ação da acetilcolina na fenda sináptica promovendo uma estimulação sustentada dos receptores parasimpáticos. Como efeitos clínicos observáveis, te-



**Gráfico 1:** Estimativa para o custo de uma operação em larga escala com diferentes tipos de armas. Adaptado de Silva et al., 2012.

<sup>1</sup> Farmacêutico. Mestre em Farmacologia/Neurociências pela Universidade Federal do Paraná. Farmacêutico no Navio Aeródromo São Paulo. E-mail: fcodagnone@gmail.com.

<sup>2</sup> Farmacêutica. Especialista em Farmácia Hospitalar e Clínica pela Racine. Encarregada da Seção de Medicamentos Controlados do Hospital Naval Marcílio Dias.

<sup>3</sup> Farmacêutica. Especialista em Tecnologia Industrial Farmacêutica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

mos aumento das salivagens, lacrimejamento, sudorese, diminuição da visão/miose, cefaleia, isso em doses moderadas. Em doses altas: broncoespasmo/dispneia, fasciculações musculares, convulsões e morte decorrente de anóxia.<sup>10-13</sup>

Estima-se que os estoques desses componentes na Albânia, Índia, Coréia do Sul, Estados Unidos e Rússia sejam superiores a 60.000 toneladas.<sup>1</sup>

## OBJETIVO

Realizar uma breve revisão da literatura sobre os aspectos envolvidos no atendimento às vítimas de intoxicação por armas químicas, tendo como base a experiência japonesa após o ataque com gás Sarin no metrô de Tóquio.

## MÉTODO

O presente estudo trata-se de uma revisão narrativa da literatura. A busca bibliográfica foi desenvolvida em bases de dados como o Medical Literature Analysis and Retrieval System On-line (Medline) e Scientific Electronic Library On Line (SciELO). O período de busca ocorreu de março de 2015 a agosto de 2015 e foram consultadas as seguintes combinações de descritores: armas químicas, agentes neurotóxicos, terrorismo, sarin, serviços médicos de emergência. Por se tratar de uma revisão narrativa, não foi realizada uma avaliação pormenorizada da qualidade científica dos artigos encontrados. A seleção dos artigos foi realizada a partir das percepções e experiências profissionais dos autores.

## REVISÃO

### Histórico de ataques com armas químicas

Dados históricos indicam que o primeiro uso de arma química se deu quando a Alemanha, no ano de 1915, lançou o gás cloro sobre as tropas aliadas na cidade de Ypres, na Bélgica, durante a Primeira Guerra Mundial.<sup>10,14-16</sup>

Na década de setenta do século passado, tropas americanas despejaram grande quantidade do agente laranja durante a guerra do Vietnã. Esse agrotóxico, cuja ação é desfolhante, apresentava alto teor de impurezas e, conseqüentemente, substâncias tóxicas. Dentre essas substâncias destacam-se as dioxinas, uma potente substância cancerígena que ainda hoje provoca danos à saúde da população vietnamita e aos veteranos de guerra americanos.<sup>17-18</sup>

Em 1988, cerca de 5000 pessoas de etnia curda foram mortas em ataques com o gás Sarin, na cidade de Halabja, no norte do Iraque, por ordem de Sadam Hussein.<sup>10</sup> Desenvolvido pelos alemães em 1938,<sup>15-16</sup> na tentativa de criar um pesticida mais efetivo, o sarin é um dos agentes químicos que alteram o mecanismo de neurotransmissão, causando asfixia em suas vítimas. Esse sintoma decorre de sua ação no sistema nervoso periférico, com conseqüente disfunção da musculatura envolvida na respiração. Dependendo do nível de concentração e exposição, o sarin pode ser 26 vezes mais letal do que o cianeto, com uma dose equivalente a uma colher de chá é capaz de matar até 10.000 pessoas em aproximadamente 60 segundos, a menos que o bloqueio neuromuscular com atropina (antídoto) seja realizado a tempo.<sup>19</sup>

Pelo menos um quarto dos veteranos americanos que serviram

na Guerra do Golfo, entre 1990 e 1991, apresentam sintomas (fadiga, problemas respiratórios, dor musculoesquelética, alterações neurológicas e psiquiátricas) conhecidos como Doença da Guerra do Golfo, provavelmente decorrentes da exposição a mais de um tipo de agente neurotóxico.<sup>13</sup>

Em março de 1995 o Japão, mais especificamente a cidade de Tóquio, experimentou o segundo ataque terrorista com o gás sarin. Nove meses antes, a cidade de Matsumoto havia sido alvo do primeiro ataque. O ataque foi realizado por membros de uma seita religiosa denominada Aum Shinrikyo (Ensino da Verdade Suprema) que portavam bolsas plásticas contendo uma mistura de gás sarin. Essas bolsas foram distribuídas em 15 estações de metrô. Esses ataques (Matsumoto/Tóquio) resultaram em 20 mortes e mais de 5.700 indivíduos necessitaram de cuidados médicos decorrentes da intoxicação com o agente químico.<sup>4,10,19-23</sup>

Em 24 de agosto de 2013, a Organização “Médicos Sem Fronteiras” informou que, aproximadamente, 3.600 pacientes apresentaram ou reportaram algum sintoma relacionado à exposição a agentes químicos de guerra e foram admitidos, em 21 de agosto, em 3 hospitais localizados na área de Damasco, capital da Síria. Eles tinham sintomas neurotóxicos incluindo: convulsões, salivagem excessiva, pupilas puntiformes, visão turva e dificuldade respiratória. Desses pacientes, 355 morreram. A Organização Mundial de Saúde (OMS) acredita que os sintomas indicam exposição a agentes neurotóxicos, como o gás sarin ou VX, ambos reportados no arsenal de guerra sírio. Os Médicos Sem Fronteiras não confirmaram a causa exata dos sintomas e nem tampouco o responsável pelo ataque; entretanto, o padrão epidemiológico do evento, incluindo um elevado influxo de pacientes num curto período de tempo e a contaminação dos primeiros respondedores, indica fortemente uma massiva exposição a agentes neurotóxicos.<sup>24</sup>

### Lições aprendidas no ataque terrorista ao metrô de Tóquio

Quando o primeiro chamado de emergência proveniente do Corpo de Bombeiros de Tóquio foi recebido no centro de controle de ambulâncias, aproximava-se de 8:16 AM. Foi comunicado que ocorreria uma explosão de gás na estação do metrô. Iniciaram-se os preparativos para receber as vítimas de queimaduras e intoxicação por monóxido de carbono. Às 8:28 AM, o primeiro paciente relatando dor ocular e visão turva chegou andando desde a estação do metrô. A primeira ambulância chegou às 8:43 AM. Durante a primeira hora, cerca de 500 pacientes chegaram ao departamento de emergência do St. Luke's Hospital. Todas as cirurgias e consultas foram canceladas e uma situação caótica foi vivenciada no hospital.<sup>21-23</sup>

Segundo Okumura e cols (2005),<sup>20</sup> no ataque com gás Sarin em Tóquio, em Março de 1995, muitos profissionais da área da saúde apresentaram sintomas relacionados à exposição secundária ao agente neurotóxico. Nenhuma descontaminação primária foi conduzida no cenário do ataque - Metrô de Tóquio. Além disso, os primeiros respondedores e profissionais de saúde envolvidos na resposta inicial não apresentavam equipamentos de proteção individual próprios para esse tipo de missão. Como resultado, 135 (9,9%) dos 1.364 agentes do Corpo de Bombeiros, que responderam inicialmente ao

incidente, experimentaram sintomas relacionados à exposição secundária, enquanto transportavam as vítimas aos Hospitais de Emergência. Vidas não foram perdidas em consequência da exposição secundária porque a pureza do sarin usado no ataque ao Metrô de Tóquio foi somente de 30%.

A exposição secundária ao agente neurotóxico sarin também ocorreu nos Hospitais que atenderam as vítimas do ataque. O St. Luke's Hospital recebeu, no dia do ataque, 640 vítimas. Um levantamento conduzido nesse hospital após o acidente evidenciou que se atingiu uma taxa de 23% de contaminação secundária entre seus funcionários. A porcentagem de exposição secundária por ocupação foi a seguinte: 39,3% em assistentes de enfermagem, 26,5% em enfermeiros, 25,5% em voluntários, 21,8% em médicos e 18,2% em funcionários administrativos. Esses dados sugerem que a extensão da contaminação secundária aumenta nos indivíduos em decorrência direta da duração e nível de contato físico com as vítimas.<sup>20-23</sup>

A taxa de exposição secundária por localidade foi de 45,8% na capela do hospital, 38,7% na unidade de terapia intensiva, 32,4% no ambulatório, 17,7% na enfermaria e 16,7% no setor de emergência. O baixo número de indivíduos que sofreram exposição secundária no setor de emergência foi atribuído ao fato de que, nessa área, a troca do ar externo e o ar proveniente do sistema de ventilação foi extremamente alta, dada a grande frequência de abertura das portas automáticas com a chegada das vítimas. Já a alta incidência na capela, decorre da sua baixa circulação de ar e do recebimento de inúmeras vítimas nesse local.<sup>20-23</sup>

Ressalta-se que, em todo o período do ataque, o referido hospital não apresentou locais com “facilidades” para descontaminação das vítimas. As roupas das vítimas foram colocadas em sacolas plásticas, o que levou à contaminação do sistema de circulação de ar do hospital. Contaminações secundárias também ocorreram quando os pacientes, que não necessitaram de hospitalização, retornaram para suas residências com as roupas contaminadas. A deficiência na dotação de equipamentos de proteção individual, específicas para esse tipo de ataque, resultou na contaminação da equipe médica. Adicionalmente, o hospital mantinha em seu estoque somente 1.030 ampolas de atropina destinadas ao tratamento dos casos moderados a severos, o que levou o hospital a contatar emergencialmente as indústrias farmacêuticas, a fim de restabelecer seus estoques. Foi utilizado três vezes o número de estoque de atropina, o que fez com que o hospital adquirisse emergencialmente 2.800 doses.<sup>19</sup>

Já Koenig (2009)<sup>25</sup> enumera e reforça algumas falhas na cadeia de evacuação durante o incidente no metrô de Tóquio: 1) muitas das vítimas foram transportadas para o hospital mais próximo, em vez de serem dispersas em múltiplas instalações disponíveis na região; 2) a equipe médica do primeiro hospital a prestar socorro não havia sido adequadamente educada e treinada para situações decorrentes da exposição a armas químicas; 3) os hospitais falharam na detecção e identificação dos casos; 4) somente 110 médicos do corpo de bombeiros e hospitais da região foram responsáveis pelo atendimento de todas as exposições secundárias; 5) não houve descontaminação e tampouco utilização de equipamentos de proteção apropriados.<sup>25</sup>

## DISCUSSÃO

### Diretrizes mínimas para uma resposta satisfatória a um ataque com arma química:

Diante dos problemas anteriormente relatados, há consenso na literatura<sup>19-20</sup> que a rede hospitalar deverá apresentar requisitos mínimos para os atendimentos às vítimas decorrentes da exposição a armas químicas, a saber:

#### 1. Facilidades de Descontaminação

Locais externos ao hospital, porém próximos ao setor de emergência. Facilidades de descontaminação são estruturas temporárias equipadas com esguichos e mangueiras para lavar contaminantes, bem como as vítimas dos agentes químicos.

#### 2. Equipamentos de proteção individual

Equipamentos projetados para que os respondedores não se tornem vítimas secundárias do ataque;

#### 3. Acesso a amplo suprimento de Atropina;

#### 4. Equipe totalmente treinada.

### Nível mínimo de preparação

Com o intuito de determinar o nível mínimo de preparação para um ataque químico, Michael I. Greenberg<sup>26</sup> desenvolveu uma lista de critérios de inclusão. Essa lista é composta de:

1. Equipe contendo um médico do setor de emergência com treinamento formal completo em atendimento às vítimas de ataque com armas químicas ou biológicas de destruição em massa;

2. Capacidade de descontaminar, ao menos, 10 pacientes por hora;

3. Protocolos de cooperação com órgãos civis e militares envolvidos na evacuação e tratamento de incidentes químicos e biológicos (Forças Armadas, Polícias Militares e Civis, Corpo de Bombeiros, Defesa Civil);

4. Protocolos de cooperação com agências locais capazes de realizar a investigação do terrorismo químico ou biológico;

5. Participação de exercícios e simulações de desastres com agentes químicos ou biológicos no decorrer dos últimos 20 meses;

6. Estoque suficiente e apropriado de antídotos (atropina, pralidoxima, diazepam).

Baseando-se nos critérios acima citados, menos de 2% dos hospitais na Filadélfia e arredores apresentaram um nível mínimo de preparação.<sup>19</sup> No Brasil não há, até o presente momento, dados objetivos que suportem informação semelhante.

Conforme essas recomendações, torna-se evidente que as equipes especializadas das Forças Armadas e do Corpo de Bombeiros, em cooperação com as Polícias Civil e Militar, deverão coordenar e executar, no local do incidente, a descontaminação das vítimas. Esse procedimento será essencial para evitar que os socorristas e profissionais de saúde atuando nos hospitais possam contaminar-se.

É de extrema importância que a rede hospitalar esteja preparada com facilidades (áreas) para descontaminação em até 30 minutos após a notificação do ataque.<sup>4,8,10,19-23,25</sup>

Cada hospital deverá possuir uma área em que os indivíduos potencialmente contaminados possam trocar suas roupas por outras vestimentas não contaminadas. Preferencialmente, um equipamento de monitorização deverá ser utilizado de forma a garantir que o agente químico foi removido durante o processo de descontamina-

ção. Isso nem sempre será possível, visto que esses monitores são extremamente caros e requerem pessoal devidamente treinado para operá-los. No Japão, alguns poucos hospitais universitários possuem monitores como o ChemPro 100 (Environics, Mikkeli, Finland).<sup>20-23</sup>

O uso de equipamentos de proteção individual é tão importante quanto a correta descontaminação. No ataque a Tóquio os funcionários do St. Luke's Hospital não possuíam nenhuma vestimenta resistente aos agentes químicos. Há, na literatura, estudos indicando que o uso de equipamentos de proteção individual de nível C (contém uma máscara que adsorve e filtra o ar inalado do ambiente preservando o trato respiratório) é apropriado para instalações médicas. Porém não há um consenso, visto que esses equipamentos são pouco efetivos diante de substâncias como monóxido de carbono, alguns metais pesados e cianeto.<sup>20-23</sup>

Como os sintomas experimentados pelos indivíduos submetidos à ação das armas químicas são inespecíficos e normalmente as informações sobre o agente químico utilizado nem sempre são claras, a presença de um laboratório clínico capaz de mensurar o agente químico em questão, ou seus produtos de degradação, facilitará a identificação precoce da substância envolvida e, por conseguinte a terapêutica adequada.<sup>27-28</sup> No ataque ao metrô de Tóquio, a combinação de diferentes métodos (reativação induzida por flúor, determinação da inibição da enzima acetilcolinesterase e espectrometria) foi empregada para estabelecer a identificação do sarin.<sup>1</sup>

A complexidade e a persistência dos agentes neurotóxicos levam a diversas complicações nos indivíduos afetados. Se compararmos com a intoxicação por inseticidas organofosforados e outras armas químicas como o gás mostarda, os agentes neurotóxicos tem um maior índice de letalidade na fase aguda. As manifestações clínicas são influenciadas por muitos fatores ambientais como temperatura, umidade, direção do vento, uso de equipamento de proteção individual, o tipo de atividade e o tempo em que o indivíduo permaneceu na zona de exposição. Apesar dos primeiros cuidados e uso de contramedidas (atropina e oximas), o alívio dos sintomas pode demorar.<sup>6</sup>

Além de estoques adequados de antídotos, é preciso que as equipes médicas e farmacêuticas sigam protocolos terapêuticos padronizados, otimizando os recursos materiais e diminuindo a possibilidade de erros.<sup>11-13,19-23,29</sup>

## CONCLUSÃO

Os dados da literatura permitem-nos concluir que os atentados com armas químicas são eventos de grande magnitude que requerem dos órgãos militares e civis um nível de preparação permanente. Hospitais, equipes de socorristas e de saúde deverão ter o conhecimento necessário para agir prontamente num eventual ataque com arma química. Estoques apropriados de equipamentos de proteção individual e antídotos associados a áreas específicas para descontaminação das vítimas são essenciais para que tenhamos o menor número de indivíduos intoxicados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento da frequência na realização de eventos de grande porte no Brasil, torna-se imperativo que tenhamos conhecimento necessário para respondermos de forma efetiva a ameaças dessa magnitude. Dentro desse contexto, insere-se o sistema de saúde,

que deve estar preparado de acordo com as normativas internacionais, ainda que, não tenhamos registros de atividades terroristas em nosso país.

## REFERÊNCIAS

1. Bajgar J. Laboratory examination in nerve agent intoxication. *Acta Medica*. 2013;56(3):89-96.
2. Silva GR, Borges I, Figueroa-Villar JD, De Castro AT. Defesa química: histórico, classificação dos agentes de guerra e ação dos neurotóxicos. *Quim Nova*. 2012;35(10):2083-91.
3. Ziemba R. Use of individual auto-injector kits "IZAS-05" on the contemporary battlefield. *Med Sci Monit*. 2012;18(1):1-8.
4. Evison D, Hinsley D, Rice P. Chemical weapons. *Br Med J*. 2002 fev;324:332-5.
5. Anderson PD. Emergency management of chemical weapons injuries. *J Pharm Pract*. 2012;25(1):61-6.
6. Moshiri M, Darchini-Maragheh E, Balali-Mood M. Advances in toxicology and medical treatment of chemical warfare nerve agents. *Daru*. 2012;20(1):81.
7. Busl KM, Bleck TP. Treatment of neuroterrorism. *Neurotherapeutics*. 2012;9(1):139-57.
8. Gosden C, Gardener D. Weapons of mass destruction — threats and responses. *Br Med J*. 2005;331:397-400.
9. Colasso C, Azevedo FA de. Risco da utilização de armas químicas. Parte II - aspectos toxicológicos. *Rev Inter Rev Intertox Toxicol Risco Ambient e Soc*. 2012;5(1):7-47.
10. Codagnone FT, Guedes SS. Armas químicas, uma breve revisão para um assunto atual. *Rev Marit Bras*. 2013;133(7):181-8.
11. Schori H, Robenshtok E, Schwartz M, Hourvitz A. Post-intoxication vaccination for protection of neurons against the toxicity of nerve agents. *Toxicol Sci*. 2005;87(1):163-8.
12. Kassa J, Musilek K, Zdarova Karasova J, Kuca K, Bajgar J. Two possibilities how to increase the efficacy of antidotal treatment of nerve agent poisonings. *Mini Rev Med Chem*. 2012;12(1):24-34.
13. Terry Jr AV. Functional consequences of repeated organophosphate exposure: potential non-cholinergic mechanisms. *Pharmacol Ther*. 2012;134(3):355-65.
14. López-Muñoz F, Alamo C, García-García P, Molina JD, Rubio G. The role of psychopharmacology in the medical abuses of the Third Reich: from euthanasia programmes to human experimentation. *Brain Res Bull*. 2008;77(6):388-403.
15. Lopez-Munos F, Alamo C, Guerra JA, Garcia-Garcia P. Desarrollo de agentes neurotóxicos como herramientas de guerra química durante el período nacional socialista alemán. *Rev Neurol*. 2008;47(2):99-106.
16. Fitzgerald GJ. Chemical warfare and medical response during World War I. *Am J Public Health*. 2008;98(4):611-25.
17. Chang ET, Boffetta P, Adami HO, Cole P, Mandel JS. A critical review of the epidemiology of Agent Orange/TCDD and prostate cancer. *Eur J Epidemiol*. 2014;29:667-723.
18. Chamie K, DeVere White RW, Lee D, Ok J-H, Ellison LM. Agent Orange exposure, Vietnam War veterans, and the risk of prostate cancer. *Cancer*. 2008;113(9):2464-70.
19. Holstein B, Getts A, Jimenez J. Are American hospital prepared to respond to a mass casualty chemical weapons attack? *J Heal*

thc Prot Manag. 2014;30(2):1-16.

20. Okumura S, Okumura T, Ishimatsu S, Miura K, Maekawa H, Naito T. Clinical review: Tokyo - protecting the health care worker during a chemical mass casualty event: an important issue of continuing relevance. *Crit Care*. 2005;9(4):397-400.

21. Okumura T, Suzuki K, Fukuda A, Kohama A, Takasu N, Ishimatsu S, et al. The Tokyo Subway Sarin Attack : Disaster Management, Part 1: Community Emergency Response. *Acad Emerg Med*. 1998;5(6):613-7.

22. Okumura T, Suzuki K, Fukuda A, Kohama A, Takasu N, Ishimatsu S, et al. The Tokyo Subway Sarin Attack : Disaster Management, Part 2: Hospital Response. *Acad Emerg Med*. 1998;5(6):618-24.

23. Okumura T, Suzuki K, Fukuda A, Kohama A, Takasu N, Ishimatsu S, et al. The Tokyo subway sarin attack: disaster management, Part 3: National and international responses. *Acad Emerg Med*. 1998;5(6):625-8.

24. Vogel L. WHO releases guidelines for treating chemical warfare victims after possible Syria attacks. *C Can Med Assoc J*. 2013;185(14):E665.

25. Koenig KL. Preparedness for terrorism: managing nuclear, biological and chemical threats. *Ann Acad Med Singapore*. 2009;38(12):1026-30.

26. Greenberg MR. Public health , law , and local control : destruction of the US chemical weapons stockpile. *Am J Public Health*. 2003;93(8):1222-6.

27. Jortani SA, Snyder JW, Valdes R. J. The role of the clinical laboratory in managing chemical or biological terrorism. *Clin Chem*. 2000;46(12):1883-93.

28. Wright JR, Baskin LB. Pathology and Laboratory Medicine Support for the American Expeditionary Forces by the US Army Medical Corps During World War I. *Arch Pathol Lab Med*. 2015;139(9):1161-72.

29. Hu H, Cook-Deegan R, Shukri A. Use of chemical. *Jama*. 1989;262(5):640-3.

**Como citar este artigo:** Codagnone FT, Santos LCM, Lucho GSS. Preparação do Sistema de Saúde para responder a um ataque com armas químicas: lições aprendidas no ataque a cidade de Tóquio. *Arq Bras Med Naval*. 2015 jan/dez.;76(1):75-79.

# HEALTH SYSTEM PREPAREDNESS AND RESPONSE TO CHEMICAL WEAPONS ATTACKS: LESSONS LEARNED FROM TOKYO CITY ATTACK.

Received on 9/20/2015

Accepted for publication on 9/20/2015

CT (S) Fabio Triachini Codagnone<sup>1</sup>  
1°Ten (RM2-S) Liliane Cristine Martins Santos<sup>2</sup>  
Geisa Siqueira Sartori Lucho<sup>3</sup>

## ABSTRACT

Chemical weapons in its classic concept are any chemicals used in military operations to kill, injure or incapacitate individuals due to their toxic effects. In recent history this weapon began to be used also by paramilitary organizations, religious sects and dictatorial governments against civilian populations. In this context, it is imperative disseminate the knowledge on preventive actions against possible attacks with chemical weapons, either in military or civilian means.

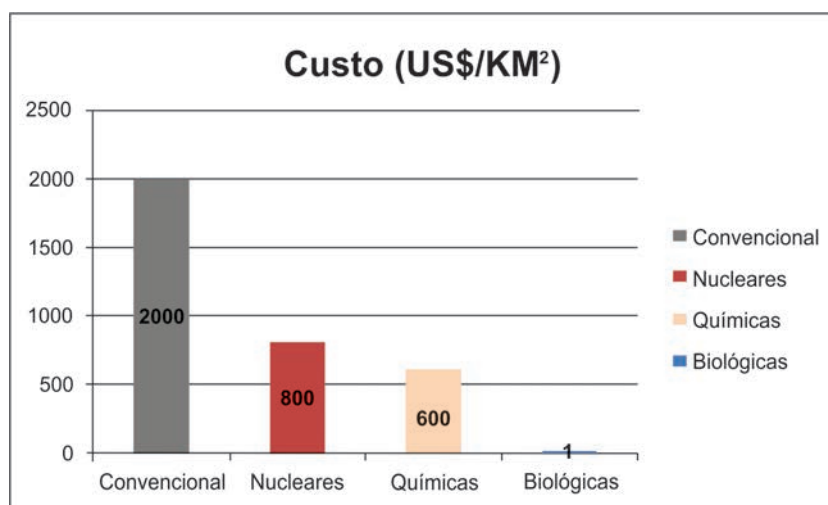
**Keywords:** Chemical warfare agents; Toxicology; Emergency medical services; Chemical terrorism; Sarin; Atropine

## INTRODUCTION

Chemical weapons are a class of weapons of mass destruction. The development and production of weapons of mass destruction are forbidden by an international convention, Chemical Weapons Convention (CWC), which Brazil is a signatory since its signature in Paris on 1993. Despite the efforts of several nations to reduce this kind of weapon stockpiles, up to now, several countries have not yet adhered to the Convention.<sup>1-3</sup>

The estimated cost for a large-scale operation against a civilian population with conventional weapons is US\$ 2,000.00/Km<sup>2</sup>, while the cost using nuclear weapons is US\$ 800.00/ Km<sup>2</sup>; for chemical weapons, US\$ 600.00/ Km<sup>2</sup>, and for biological weapons, US\$ 1.00/ Km<sup>2</sup>(Figure 1). Due the reduced costs for its production and usage, chemical and biological weapons are also known as "The poor man's atomic bomb".<sup>2</sup> Thus, the defense against these agents is no longer a concern only the military sphere, but also for the civilians.

Neurotoxic agents are the most relevant group of chemical weapons. These agents show high toxicity, fast action, and different drug administration routes, including inhalation and percutaneous routes. They are subdivided into two groups according to the persistence of the agent, G-series and V-series.<sup>4-10</sup> Their action in the organism is related to the enzyme acetylcholinesterase, which degrades the neurotransmitter acetylcholine and, therefore, increases the action time of acetylcholine in the synaptic cleft causing a sustained stimulation of the parasympathetic receptors. The clinical resulting effects of these agents, at moderate drug doses, are increased salivation, tearing, sweating, decreased vision / miosis, and headache. At high drug doses, it is observed bronchospasm, dyspnea, muscle twitching, seizures and death caused by anoxia.<sup>10-13</sup>



**Figure 1:** Estimated cost for a large-scale operation with different types of weapons. Adapted from Silva et al., 2012.

<sup>1</sup> Pharmacist. Pharmacist in Navio Aeródromo São Paulo. Master's degree in Pharmacology/Neuroscience from Federal University of Paraná. E-mail: fcodagnone@gmail.com.

<sup>2</sup> Pharmacist. Specialist in Hospital and Clinic Pharmacy from Racine. Pharmacist in Section of prescription drugs in Hospital Naval Marcílio Dias Naval Hospital.

<sup>3</sup> Pharmacist. Specialist in Industrial Pharmaceutical Technology from Federal University of Rio de Janeiro.

It is estimated that the stockpiles of this kind of weapon on Albania, India, South Korea, United States and Russia are superior to 60.000 tons.<sup>1</sup>

## OBJECTIVE

The purpose of this manuscript was review some aspects in the literature concerning the health care to victims from chemical weapons poisoning, based on the Japanese experience after the attack with Sarin gas in the Tokyo subway.

## METHOD

This study is a narrative review of the literature data. The research was carried out in databases such Medical Literature Analysis and Retrieval System On-line (Medline) e Scientific Eletronic Library On Line (SciELO). The search period was from March 2015 to August 2015. The following descriptors were evaluated: chemical weapons, neurotoxic agents, terrorism, sarin, and emergency medical services. A detailed evaluation of the scientific quality of the articles was not performed because it is a narrative review. The selection of the papers was based on the perceptions and professional experiences of the authors.

## REVIEW

### Background on chemical weapons attacks

Historical data indicate the first chemical weapon attack occurred in the city of Ypres in Belgium, during the First World War in 1915, when Germany released chlorine gas on allied troops.<sup>10,14-16</sup> Later, in the seventies of the last century, American troops released a large amount of the Agent Orange during the Vietnam War. This pesticide acts as a defoliant and presents a high content of impurities and toxic substances, such as dioxins. Dioxin is a powerful carcinogen that still causes damages to the health of the Vietnamese people and American veterans.<sup>17-18</sup>

In 1988, around 5,000 people from Kurdish ethnic group were killed in attacks with sarin gas in the town of Halabja in northern Iraq under the leadership of Saddam Hussein.<sup>10</sup> This chemical agent was developed by Germans in 1938 in an attempt to create a more effective pesticide.<sup>15-16</sup> Sarin alters the neurotransmission mechanism causing death by asphyxia because of its action in the peripheral nervous system and consequent dysfunction of the muscles involved in breathing. Depending on the level of concentration and exposure, Sarin may be 26 times more lethal than Cyanide poisoning. For example, a teaspoon dose of sarin is able to kill up to 10,000 people in approximately 60 seconds unless a dose of the neuromuscular blocker containing atropine (antidote) is administered on time.<sup>19</sup>

At least a quarter of US veterans, who served in the Gulf War between 1990 and 1991, presented symptoms such as fatigue, respiratory problems, musculoskeletal pain, neurological and psychiatric disorders. It became known as the Gulf War Syndrome, probably from exposure to more than a type of neurotoxic agent.<sup>13</sup>

In March 1995, the city of Tokyo in Japan suffered the second terrorist attack with sarin gas. Nine months earlier, the city of Matsumoto had been the target of the first attack. The attacks were carried out by members of a religious sect called the AumShinrikyo (Teaching of Supreme Truth), which carried plastic bags containing a mixture of sarin gas to 15 subway stations. These attacks (Matsumoto / Tokyo) resulted

in 20 deaths and more than 5.700 individuals required medical attention resulting from intoxication with the chemical agent.<sup>4,10,19-23</sup>

On August 24th 2013, the organization "Doctors without Borders" reported that approximately 3.600 patients presented or reported any symptoms related to chemical agents. The patients were admitted on 21 August in 3 different hospitals located in the area of Damascus, capital of Syria, with neurotoxic symptoms including: convulsions, excessive salivation, pinpoint pupils, blurred vision and difficulty breathing; among these patients, 355 died. The World Health Organization (WHO) believes the symptoms indicate exposure to neurotoxic agents such as sarin or VX, both reported as Syrian warfare weapons."Doctors without Borders" did not confirm the exact cause of the symptoms and neither a responsible for the attack; however the epidemiological pattern of the event, including a high number of symptomatic patients in a short time and contamination of the first health professionals, strongly indicate a massive exposure to neurotoxic agents.<sup>24</sup>

### Lessons learned from Tokyo city attack

The first emergency call from the Fire Department in Tokyo to the Ambulance Control Centre reporting a gas explosion in the subway station occurred at 8:16 a.m. Healthcare teams began preparing to receive the victims of burns and carbon monoxide poisoning. The first patient, reporting eye pain and blurred vision, came walking from the subway station to the hospital and arrived at 8:28 a.m. The first ambulance arrived at 8:43 a.m. During the first hour, about 500 patients arrived at the emergency department of St. Luke's Hospital. All surgeries and appointments were canceled and a chaotic situation was experienced in the hospital.<sup>21-23</sup>

According to Okumura et al. (2005),<sup>20</sup> in the attack with sarin gas in Tokyo in March 1995, many health professionals had symptoms related to minor exposure to neurotoxic agent. No primary decontamination was conducted in the attack scenario - Tokyo Metro. In addition, the first responders and health professionals involved in the initial response had no personal protective equipment suitable for this type of mission. As a result, 135 (9.9%) of the 1.364 officers of the Fire Department, who initially responded to the incident, experienced symptoms related to secondary exposure while transporting victims to the Emergency Hospital. There were not only more victims due secondary expose because the purity of sarin attack used in the Tokyo subway was only 30%.

Secondary exposure to the neurotoxic agent sarin also occurred in hospitals that treated the victims of the attack. St. Luke's Hospital received 640 victims on the day of the attack and a survey conducted in this hospital after the accident indicated a rate of 23% of secondary contamination among its employees. The rate of secondary exposure by occupation was as follows: 39.3% for nursing assistants, 26.5% for nurses, 25.5% for volunteers, 21.8% for doctors and 18.2% for administrative staff. These data suggest that the extent of secondary contamination increases in individuals as a direct result of the duration and level of physical contact with the victims.<sup>20-23</sup>

The rate of secondary exposure by location was 45.8% in the hospital chapel, 38.7% in the intensive care unit, 32.4% at the clinic, 17.7% at the nursing room, and 16.7% at the emergency room. The low number of individuals, who have suffered secondary exposure in the emergency room, was attributed to the fact that in this area, the exchange between the outside air and the air from the ventilation

system was extremely high, given the high frequency of opening the automatic doors with the arrival of the victims. On the other side, the high incidence in the chapel is related to its low air circulation and a high numbers of victims at this place.<sup>20-23</sup>

It is interesting to note that during the period of the attack, the hospital did not present any specific place or room for decontamination of the victims. The clothes of the victims were placed in plastic bags, which led to the contamination of hospital air circulation system. Secondary contamination also occurred when patients who did not require hospitalization, returned to their homes with contaminated clothing. The deficiency to provide personal protective equipment specific to this type of attack has resulted in the contamination of medical staff. In addition, the hospital kept in his inventory only 1.030 atropine syringes for the treatment of moderate to severe cases, which led the hospital to an emergency contact with pharmaceutical companies in order to restore their inventory. It was necessary to use three times the number of atropine in inventory, which made the hospital to acquire 2.8000 doses on emergency.<sup>19</sup>

Koenig (2009)<sup>25</sup> lists and highlights some fails on the evacuation route and on the health treatment during the incident in the Tokyo subway: 1) many of the victims were transported to the nearest hospital, instead of distributing the patients among the different hospitals available in the region; 2) healthcare team had not been properly trained for situations resulting from exposure to chemical weapons; 3) hospitals failed in the detection and identification of cases; 4) only 110 doctors from the fire department and hospitals in the area were responsible for the care of all secondary exposures; 5) there was no decontamination nor use of appropriate protective equipment.<sup>25</sup>

## DISCUSSION

### Guideline for a minimum satisfactory answer to a chemical weapon attack

Given the previously reported problems, there is a consensus in the literature<sup>19-20</sup> that the hospitals must submit minimum requirements for the care of victims exposed to chemical weapons, as follows:

1. Decontamination Facilities: Decontamination facilities are temporary structures equipped with nozzles and hoses to wash contaminants, as well as victims of chemical agents. It must be outside the hospital and nearby the emergency room;
2. Personal Protective Equipment: Equipment designed so that responders do not become secondary victims of the attack;
3. Extensive access to the atropine supply;
4. Fully trained staff.

### Minimum preparedness to a chemical weapon attack:

In order to determine the minimum level of preparedness for a chemical attack, Michael I. Greenberg<sup>26</sup> developed a list of criteria for inclusion. This list comprises:

1. Healthcare team containing a doctor with complete formal training in the care of victims from attacks with chemical or biological weapons of mass destruction;
2. The ability to decontaminate at least 10 patients per hour;
3. Protocols of cooperation between civil and military organizations involving the evacuation and treatment of chemical and bio-

logical incidents (Armed Forces, Military and Civil Police officers, Fire Brigade, Civil Defence);

4. Protocols of cooperation with local agencies able to carry out the investigation of chemical or biological terrorism;
5. Participation on exercises and disaster simulations with chemical or biological agents over the past 20 months;
6. Sufficient and appropriate stock of antidotes (atropine, pralidoxime, diazepam).

Based on the criteria mentioned above, less than 2% of hospitals in the Philadelphia area present a minimum level of preparation.<sup>11</sup> In Brazil there is, so far, no objective data to support similar information.

According to these recommendations, it is evident that specialized teams of the Armed Forces and the Fire Department, in cooperation with the Civil and Military Police officers, must coordinate and execute the decontamination of the victims. This procedure is essential to avoid the contamination of the first responders and health professionals working in hospitals. It is extremely important to hospitals be prepared with facilities (areas) for decontamination within 30 minutes after notification of the attack.<sup>4,8,10,19-23,25</sup>

Each hospital should have an area where potentially infected individuals may exchange their clothes for other non-contaminated clothing. Preferably, monitoring equipment must be used to ensure that the chemical agent was removed during the decontamination process; however, this is not always possible because these monitors are extremely expensive and require specialized training. In Japan, for example, a few university hospitals have these monitors, such as Chempro 100 (Enviroics, Mikkeli, Finland).<sup>20-23</sup>

The use of personal protective equipment is as important as the proper decontamination procedure. In the attack in the Tokyo, St. Luke's Hospital's professionals did not have any clothing resistant to chemicals. Literature indicates the personal protective equipment level C (which contains a mask that adsorbs and filters inhaled air, preserving the respiratory tract) is suitable for medical facilities in these cases; however, there is no consensus for its use because these devices are ineffective to substances as carbon monoxide, some heavy metals and cyanide.<sup>20-23</sup>

The symptoms of exposure to chemical weapons agents are nonspecific and the information on the chemical agent is not always clear. Therefore, the presence of a clinical laboratory able to determine which is the chemical agent or its impurities/toxic substances will facilitate early identification and adequate therapy.<sup>27-28</sup> In Tokyo's attack, the combination of different methods (reactivation induced by fluorine, determining the inhibition of acetylcholinesterase and spectrometry) was employed to identify sarin.

The complexity and persistent of the neurotoxic agents may lead to several complications in affected individuals. Compared to poisoning by organophosphate insecticides and other chemical weapons such as mustard gas, the neurotoxic agents have a higher mortality rate in the acute phase. Clinical manifestations are influenced by many environmental factors such as temperature, humidity, wind direction, personal protective equipment use, type of activity and the time in which the individual remained in the exposure. Despite first aid and the use of medicines (atropine and oxime), the relief of symptoms may be may take some time.<sup>6</sup>



In addition to appropriate antidotes stocks, it is necessary for medical and pharmaceutical teams follow standardized treatment protocols, optimizing the material resources and reducing the possibility of errors.<sup>11-13,19-23,29</sup>

## CONCLUSION

Literature data allow us to conclude that the attacks with chemical weapons are large-scale events requiring military and civilian agencies to a permanent preparation. Hospitals, first responders and health teams should be able to promptly act in a possible attack with chemical weapons. Appropriate inventory of personal protective equipment and antidotes, associated with specific areas for decontamination of victims are essential to the smallest number of intoxicated individuals.

## FINAL CONSIDERATIONS

Considering the increasing frequency in conducting large-scale international events in Brazil, it is imperative that we have knowledge to respond effectively to threats of this magnitude. Within this context, the health system must be prepared according to international standards even if we have no records of terrorist activities in our country.

## REFERENCES

1. Bajgar J. Laboratory examination in nerve agent intoxication. *Acta Medica*. 2013;56(3):89-96.
2. Silva GR, Borges I, Figueroa-Villar JD, De Castro AT. Defesa química: histórico, classificação dos agentes de guerra e ação dos neurotóxicos. *Quim Nova*. 2012;35(10):2083-91.
3. Ziemba R. Use of individual auto-injector kits "IZAS-05" on the contemporary battlefield. *Med Sci Monit*. 2012;18(1):1-8.
4. Evison D, Hinsley D, Rice P. Chemical weapons. *Br Med J*. 2002 Feb;324:332-5.
5. Anderson PD. Emergency management of chemical weapons injuries. *J Pharm Pract*. 2012;25(1):61-6.
6. Moshiri M, Darchini-Maragheh E, Balali-Mood M. Advances in toxicology and medical treatment of chemical warfare nerve agents. *Daru*. 2012;20(1):81.
7. Busl KM, Bleck TP. Treatment of neuroterrorism. *Neurotherapeutics*. 2012;9(1):139-57.
8. Gosden C, Gardener D. Weapons of mass destruction — threats and responses. *Br Med J*. 2005;331:397-400.
9. Colasso C, Azevedo FA de. Risco da utilização de armas químicas. Parte II - aspectos toxicológicos. *Rev Inter Rev Intertox Toxicol Risco Ambient e Soc*. 2012;5(1):7-47.
10. Codagnone FT, Guedes SS. Armas químicas, uma breve revisão para um assunto atual. *Rev Marit Bras*. 2013;133(7):181-8
11. Schori H, Robenshtok E, Schwartz M, Hourvitz A. Post-intoxication vaccination for protection of neurons against the toxicity of nerve agents. *Toxicol Sci*. 2005;87(1):163-8.
12. Kassa J, Musilek K, Zdarova Karasova J, Kuca K, Bajgar J. Two possibilities how to increase the efficacy of antidotal treatment of nerve agent poisonings. *Mini Rev Med Chem*. 2012;12(1):24-34.
13. Terry Jr AV. Functional consequences of repeated organophosphate exposure: potential non-cholinergic mechanisms. *Pharmacol Ther*. 2012;134(3):355-65.
14. López-Muñoz F, Alamo C, García-García P, Molina JD, Rubio G. The role of psychopharmacology in the medical abuses of the Third Reich: from euthanasia programmes to human experimentation. *Brain Res Bull*. 2008;77(6):388-403.
15. Lopez-Munos F, Alamo C, Guerra JA, Garcia-Garcia P. Desarrollo de agentes neurotóxicos como herramientas de guerra química durante el período nacional socialista alemán. *Rev Neurol*. 2008;47(2):99-106.
16. Fitzgerald GJ. Chemical warfare and medical response during World War I. *Am J Public Health*. 2008;98(4):611-25.
17. Chang ET, Boffetta P, Adami HO, Cole P, Mandel JS. A critical review of the epidemiology of Agent Orange/TCDD and prostate cancer. *Eur J Epidemiol*. 2014;29:667-723.
18. Chamie K, De Vere White RW, Lee D, Ok J-H, Ellison LM. Agent Orange exposure, Vietnam War veterans, and the risk of prostate cancer. *Cancer*. 2008;113(9):2464-70.
19. Holstein B, Getts A, Jimenez J. Are American hospital prepared to respond to a mass casualty chemical weapons attack? *J Healthc Prot Manag*. 2014;30(2):1-16.
20. Okumura S, Okumura T, Ishimatsu S, Miura K, Maekawa H, Naito T. Clinical review: Tokyo - protecting the health care worker during a chemical mass casualty event: an important issue of continuing relevance. *Crit Care*. 2005;9(4):397-400.
21. Okumura T, Suzuki K, Fukuda A, Kohama A, Takasu N, Ishimatsu S, et al. The Tokyo Subway Sarin Attack : Disaster Management, Part 1: Community Emergency Response. *Acad Emerg Med*. 1998;5(6):613-7.
22. Okumura T, Suzuki K, Fukuda A, Kohama A, Takasu N, Ishimatsu S, et al. The Tokyo Subway Sarin Attack : Disaster Management, Part 2: Hospital Response. *Acad Emerg Med*. 1998;5(6):618-24.
23. Okumura T, Suzuki K, Fukuda A, Kohama A, Takasu N, Ishimatsu S, et al. The Tokyo subway sarin attack: disaster management, Part 3: National and international responses. *Acad Emerg Med*. 1998;5(6):625-8.
24. Vogel L. WHO releases guidelines for treating chemical warfare victims after possible Syria attacks. *C Can Med Assoc J*. 2013;185(14):E665.
25. Koenig KL. Preparedness for terrorism: managing nuclear, biological and chemical threats. *Ann Acad Med Singapore*. 2009;38(12):1026-30.
26. Greenberg MR. Public health , law , and local control : destruction of the US chemical weapons stockpile. *Am J Public Health*. 2003;93(8):1222-6.
27. Jortani SA, Snyder JW, Valdes R. J. The role of the clinical laboratory in managing chemical or biological terrorism. *Clin Chem*. 2000;46(12):1883-93.
28. Wright JR, Baskin LB. Pathology and Laboratory Medicine Support for the American Expeditionary Forces by the US Army Medical Corps During World War I. *Arch Pathol Lab Med*. 2015;139(9):1161-72.
29. Hu H, Cook-Deegan R, Shukri A. Use of chemical. *Jama*. 1989;262(5):640-3.

**How to cite this article:** Codagnone FT, Santos LCM, Lucho GSS. Health system preparedness and response to chemical weapons attacks: lessons learned from Tokyo city attack. *Arq Bras Med Naval*. 2015 Jan/Dez;76(1): 80-83.